

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Návrh plánu údržby zakružovacího stroje

Design of Maintenance Schedule of Roll Bending Machine

Student:

Bc. Petr Kuča

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petr Kuča**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství
Specializace: 72 Technická diagnostika, opravy a udržování
Téma: **Návrh plánu údržby zkružovacího stroje**
Design of Maintenance Schedule of Roll Bending Machine

Zásady pro vypracování:

Na základě požadavků a podkladů zadavatele proveďte vyhodnocení současného stavu provozování zkružovacího stroje SCHIESS - PRORIEP UDBH-S 3600/4500. Dále na základě získaných informací zpracujte návrh plánu údržby daného stroje s přihlédnutím k provozním podmínkám a pracovnímu prostředí.

V rámci zadání zpracujte:

1. Úvodní informace o provozu zkružovacího stroje a jeho začlenění do výrobního procesu vybraného provozu.
2. Vyhodnocení současného stavu v provozu sledovaného zařízení na základě informací o konstrukci stroje, provozních podmínkách, záznamech o provozu, provedených kontrolách, nápravných opatřeních a podobně.
3. Obecný návrh opatření z oblastí technické diagnostiky a vhodných změn, které povedou k prodloužení životnosti a zvýšení provozní spolehlivosti sledovaného zařízení.
4. Sestavení plánu údržby zkružovacího stroje v návaznosti na vybraný provoz a závěrečné vyhodnocení možného přínosu na ekonomické výsledky provozu.

Další pokyny a konzultace poskytne zadávající firma.

Seznam doporučené odborné literatury:

KREIDL, M., ŠMÍD, R. *Technická diagnostika*. 1. vydání, Praha : BEN - Technická literatura, 2006. 408 s. ISBN 80-7300-157-6

HELEBRANT, F. *Technická diagnostika a spolehlivost IV - Provoz a údržba strojů*. 1. vydání, Ostrava, VŠB-TU Ostrava, 2008, 127 s. ISBN 978-80-248-1690-6

ŠAFR, E. *Technika mazání*. 2. dopl. vydání, Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1970. 381 s. 04-010-70

KOPÁČEK, J. *Technická diagnostika hydraulických mechanismů*. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1990. 159 s. ISBN 80-03-00308-3

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové (bakalářské) práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.


V Ostravě 21. 5. 2012

podpis studenta 

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé kvalifikační práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 21. 5. 2012


.....
plné jméno autora práce

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Petr Kuča

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Filípkova 5

747 05 Opava

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Ladislavu Hrabcovi, Ph.D., za připomínky a rady ke konečnému stavu práce. Dále Bc. Martinu Procházkovi z firmy Vítkovice Power engineering, a.s., který se mnou práci konzultoval a poskytl mi podkladové materiály.

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

KUČA, P. Návrh plánu údržby zakružovacího stroje: diplomová práce. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2012, 62 s. Vedoucí práce: Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.

V diplomové práci zpracovávám návrh plánu údržby zakružovacího stroje, vyhodnocuji současný stav s přihlédnutím k provozním podmínkám a pracovnímu prostředí. V úvodu práce se zabývám obecným principem skružování, navazuji konkrétním popisem technických parametrů a funkce zakružovacího stroje Schiess – Froriep UDBH – S 3600/4500. Dále navrhuji obecná opatření z oblasti technické diagnostiky a údržby na konkrétním zakružovacím stroji. Kladu velký důraz na čistotu a stav hydraulické kapaliny. Snažím se aplikovat moderní přístupy k údržbě. V poslední části jsem sestavil plán údržby a na závěr zhodnotil možné přínosy, které vyplývají ze zavedení technické diagnostiky.

ANOTATION OF MASTER THESIS

KUČA, P. Proposition of maintenance plan for roll bending machine: master thesis. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2012, 62 pages. Supervisor: Ing. Ladislav Hrabec, Ph.D.

This master thesis processes the proposition of maintenance plan for roll bending machine, evaluates the current status in consideration of operational conditions and working environment. At the beginning, the general principal of rolling is introduced followed by particular description of technical parameters and functions of roll bending machine Schiess – Froriep UDBH – S 3600/4500. Further, the general arrangements from technical diagnostics and maintenance area are proposed. Specified attention is given to the purity and the condition of hydraulic liquid. There is the pursuit to apply modern approaches in maintenance. In the last part the maintenance plan is compiled and in conclusion the possible benefits which result from application of technical diagnostic are evaluated.

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk	10
1 Úvod	11
2 Problematika zakružovacích strojů	12
2.1 Základní dělení zakružovacích strojů.....	12
2.2 Princip a použití skružování.....	13
2.3 Zakružovací stroje vyráběné v současnosti	14
2.3.1 Zakružovací stroje vyráběné firmou Durmazlar [3]	14
2.3.2 Zakružovací stroje vyráběné firmou Davi	19
3 Obecný návrh opatření z oblasti technické diagnostiky a údržby	21
3.1 Teorie technické diagnostiky	21
3.2 Teorie údržby	21
3.3 Údržba hydraulické kapaliny [4].....	23
3.3.1 Důležité vlastnosti hydraulických olejů	24
3.4 Údržba hydraulických součástí a hydraulického agregátu	29
3.4.1 Údržba hydraulického agregátu.....	29
3.5 Hodnocení plastických maziv [7].....	29
4 Vyhodnocení současněho stavu stroje	30
4.1 Krátká historie firmy Schiess Froriep	30
4.2 Technické údaje zakružovacího stroje Schiess – Froriep UDBH – S 3600/4500.....	30
4.3 Popis hlavních částí zakružovacího stroje Schiess – Froriep UDBH – S 3600/4500	33
4.3.1 Všeobecný popis.....	34
4.4 Funkce stroje	39
4.5 Střední oprava zakružovacího stroje Schiess Froriep v roce 2009	41
4.5.1 Technické řešení rozvodu tlakového maziva	42
4.5.2 Technické řešení systému elektroovládání rozvodu tlakového maziva	42
4.6 Ohlašování a záznam poruch na stroji	43
5 Sestavení plánu údržby a doporučení nápravných opatření	45
5.1 Doporučení kontroly hydraulického oleje z oblasti technické diagnostiky	45
5.1.1 Shrnutí a doporučení.....	48
5.2 Doporučení z hlediska diagnostiky hydraulických obvodů [7].....	48
5.3 Doporučený postup výměny a plnění olejem.....	51
5.4 Doporučená údržba centrálního mazacího systému	51
5.5 Plán údržby.....	52

5.6 Plán údržby elektroinstalace	53
5.7 Tabulka možných poruch a jejich příčin u hydraulických zařízení	53
6 Závěr	55
7 Seznam použité literatury	57
8 Seznam příloh.....	58
8.1 Příloha č. 1 Ohýbání v poloze pro nahnutí.....	59
8.2 Příloha č. 2 Schéma přehledu mazaných míst.....	62
8.3 Příloha č. 3 Blokové schéma elektroovládání	63

Seznam použitých symbolů a zkratek

Symbol	Význam	Jednotka
F	Síla	[N]
m	hmotnost	[Kg]
TBD	Technická bezdemontážní diagnostika	
TND	Technická nedestruktivní diagnostika	
p	Tlak	[Pa]
t	Teplota	[°C]
v	Viskozita	[mm ² ·s ⁻¹]
VPE	Vítkovice Power engineering, a.s.	

1 Úvod

V diplomové práci se zabývám současným stavem provozu zakružovacího stroje. Věnuji se návrhu plánu údržby nejdůležitějších částí stroje. Dále zpracuji manuál údržby pro konkrétní zakružovací stroj Schiess – Froriep UDBH – S 3600/4500, který je provozován firmou Vítkovice Power engineering, a. s.

Vítkovice Power engineering, a. s. (VPE) je dceřinou společností akciové společnosti Vítkovice, a. s. Firma VPE byla vytvořena 1. 6. 2008 jako nástupnická společnost. Je nositelem strategických engineeringových oborů, z nichž většina pod značkou Vítkovice překročila stoletou hranici. Výrobní program se člení do pěti oborů:

- energetika - práškové granulační kotle nad 100 MW dle vlastního know - how
- chemie a petrochemie - tlakové a netlakové zásobníky, zařízení pro zpracování ropy
- výroba a dodávky ocelových konstrukcí - mosty, hangáry, tovární haly
- úpravny surovin -projekce, konstrukce a výroba technologických zařízení koksoven
- výrobky ekologického strojírenství - šroubované nádrže ze smaltovaných plechů

Cílem práce je návrh plánu údržby a návrh nápravných opatření vyplývající ze zavedení technické bezdemontážní diagnostiky. V současnosti jsou na stroji prováděny pouze inspekční prohlídky. Vzhledem k velikosti a důležitosti stroje (jediný zakružovací stroj) vidím tento současný stav jako nedostačující.

Řešení problému nedostatečné údržby vidím zejména v dodržování plánu údržby. Nedostatečné sledování stavu hydraulické kapaliny (4000 l) může vést k poruchám stroje. Proto doporučuji pravidelné sledování jeho stavu, zejména čistoty a dodržování pravidelných výměn oleje.

Jsem si vědom, že zavedením údržby a technické diagnostiky se zvyšují momentální náklady na provoz stroje. Ale z dlouhodobého hlediska je zavedení těchto metod přínosem. Zejména z důvodů úspor na opravách, včasného určení závady a možnosti plánování oprav. Dalším přínosem je minimalizace havárií a velkých poruch, které by vedly k dlouhodobějšímu přerušení výroby. Přerušení výroby je vždy nežádoucí, může vést k zpoždění sjednaných zakázek i k možné ztrátě důvěry zákazníků firmy.

2 Problematika zakružovacích strojů

2.1 Základní dělení zakružovacích strojů

Rozdělení zakružovacích strojů dle počtu válců:

- dvouválcové
- tříválcové
- čtyřválcové

Dvouválcové zakružovací stroje se vyskytují jen zřídka. Jeden z válců je z části z polyuretanu, do kterého je plech pomocí druhého válce vtlačován. Dochází k skružení dílce.

Tříválcové zakružovačky symetrické mají drobnou nevýhodu v tom, že po průchodu plechu jsou jeho oba konce nezakroužené. Příčinou je malý ohybový moment. Předejít nezakroužení se dá pomocí předechnutí konců plechů na lisu.

Tříválcové zakružovačky asymetrické jsou nejpoužívanější. Odstraňuje problém s nezakrouženým koncem a druhá strana plechu se zakrouží tak, že plech otočíme.

Čtyřválcová zakružovačka dovede vytvořit ideálně zakroužený díl. Nedají se na ní skružovat kužele.

Dělení zakružovacích strojů dle použití:

- zakružovačky profilů
- zakružovačky plechů
- motorové zakružovačky
- ruční zakružovačky

Zakružovačky profilů jsou určeny na zakružování různých profilových materiálů do tvaru oblouků, spirál, kruhů.

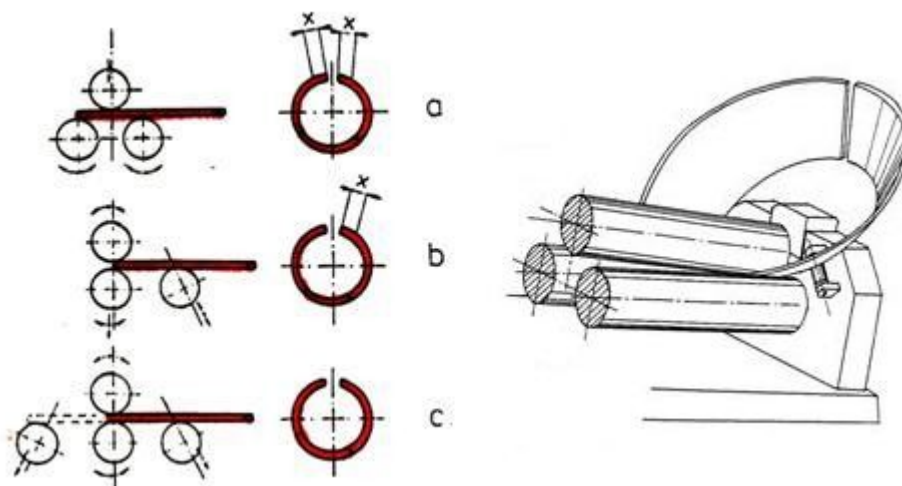
Zakružovačky plechů jsou určeny pro zakružování plechů do tvaru válce.

2.2 Princip a použití zakružování

Zakružování je specifický způsob ohýbání plechu do rotačních tvarů. Zakružování pomocí válců se používá při výrobě trubek, plášťů nádob i plechů o tloušťce 30 mm. Tlusté plechy se zakružují za tepla. Stroje se nazývají zakružovadla a dělíme jen na dvouválcové, tříválcové a čtyřválcové.

Na obrázku 2.1) je různé uspořádání zakružovacích strojů, jsou zde zobrazeny dva tříválcové a jeden čtyřválcový stroj. U každého stroje je naznačen posuv válců.

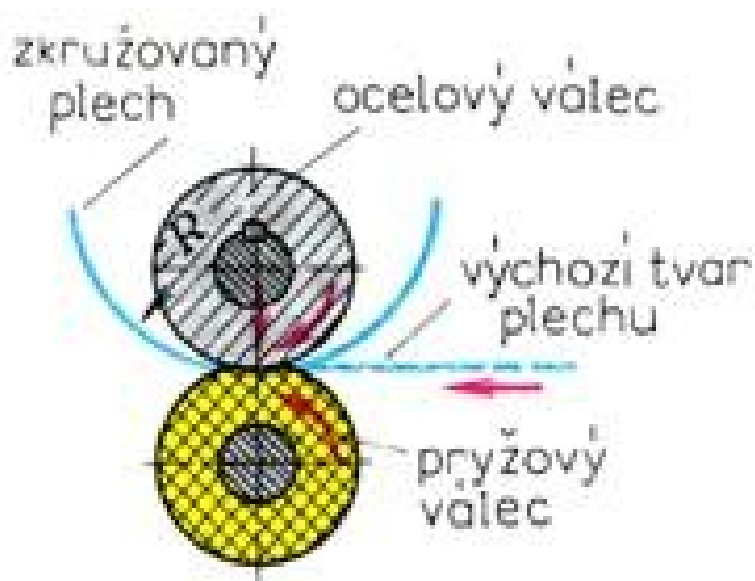
U stroje označeného „a“ zůstanou okraje nedokroužené (parametr x). Na stroji označeném „b“ zůstane nedokroužený jeden okraj. Uspořádání čtyřválcového stroje na obrázku „c“ zajišťuje ohyb plechů až do obou krajů.



obr. 2.1) Uspořádání zakružovaček (vlevo) a detail zakroužení kužele (vpravo).

a – tříválcová symetrická, b – tříválcová nesymetrická, c – čtyřválcová [2]

Tenké plechy se skružují na strojích s ocelovým a pryžovým válcem. Poloměr zakružování se mění podle stlačení pryže. Povrchová kvalita výlisků je výrazně lepší, ale je k ní zapotřebí větší přetvárné práce. Část přetvárné práce se spotřebuje na deformaci pružné části nástroje. Na obr. 2.2) vidíme skružování tenkých plechů.



obr. 2.2) Zakružovadlo s pryžovým válcem. [2]

2.3 Zakružovací stroje vyráběné v současnosti

2.3.1 Zakružovací stroje vyráběné firmou Durmazlar [3]

Čtyřválcová zakružovačka plechu Durma – HRB – 4

Zakružovací šíře 2100 mm – 4100 mm, tloušťka plechu 0,5 mm – 40 mm. Hlavní znaky zakružovaček řady HRB – 4: nepřesnější, nejrychlejší, nejjednodušší pro obsluhu. Mechanický i hydraulický systém těchto zakružovaček je navrhován pomocí 3D vývojové technologie, mechanické a kinematické analýzy. Teprve po dlouhých testech a vývojové analýze mohou být stroje vyráběny v sériové výrobě. Na obrázku 2.3) vidíme čtyřválcovou zakružovačku a na obr. 2.4) ji vidíme přímo v provozu.

Charakteristika

- Hydraulické otevírání horního válce umožňuje snadné odebrání hotových dílů.
- Ukazatel polohy bočních válců.
- Konstrukcí stroje je zajištěna velká přesnost rovnoběžnosti postranních válců.
- Nejvyšší produktivita práce (až o 50 – 80 % oproti 3 - válcovým).
- Dvě rychlosti zakružování.
- Ve standartním provedení kalené válce a příslušenství na zakružování kuželů.



obr. 2.3) Čtyřválcová zakružovačky plechu Durma – HRB – 4. [3]

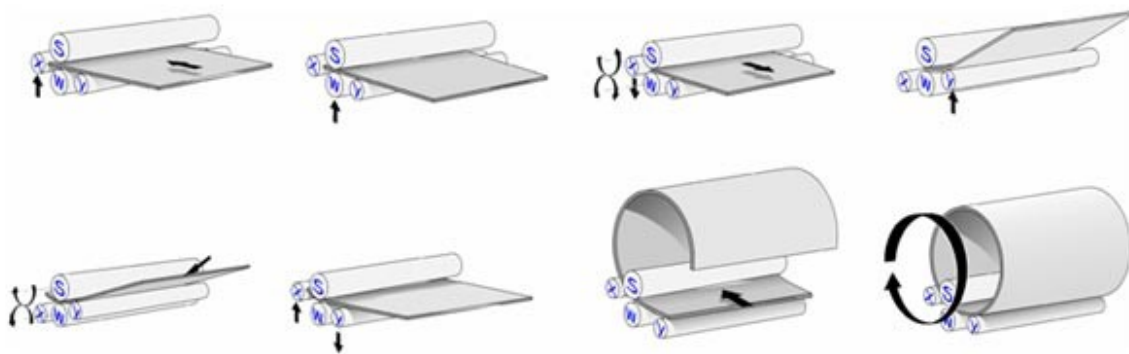


obr. 2.4) Čtyřválcová zakružovačky plechu Durma – HRB – 4 s CNC řízením. [3]

Postup zakružování na čtyřválnové zakružovače plechu

Pro názornost mám na obr. 2.5) uvedený postup skružování.

1. Zaúhlování plechu.
2. Upnutí plechu.
3. Přestavení plechu na okraj sevření.
4. Provedení předohybu.
5. Posunutí plechu.
6. Nastavení válců na skružování.
7. Zakroužení výrobku.
8. Srovnání výrobku.



obr. 2.5) Postup skružování na čtyřválnové zakružovače plechu. [3]

Tříválnová hydraulická zakružovačka plechu Durma – HRB – 3

Zakružovací šíře 2100 mm – 4100 mm, tloušťka plechu 0,5 mm – 35 mm. Díky své univerzálnosti se nejlépe hodí pro zakázkovou výrobu s menšími výrobními sériemi. Jedná se o tradiční konstrukci s dvojím sevřením plechu, velmi populární zejména v minulosti. Předohyb obou konců plechu se provádí bez nutnosti vyjmout a otočit plech. Tento stroj je zobrazen na obrázku 2.6).

Charakteristika

- Hydraulické otevírání horního válce umožňuje snadné odebrání hotových dílů.
- Ukazatel polohy bočních válců.
- Velká univerzálnost.
- Ve standartním provedení kalené válce a příslušenství na zakružování kuželů.

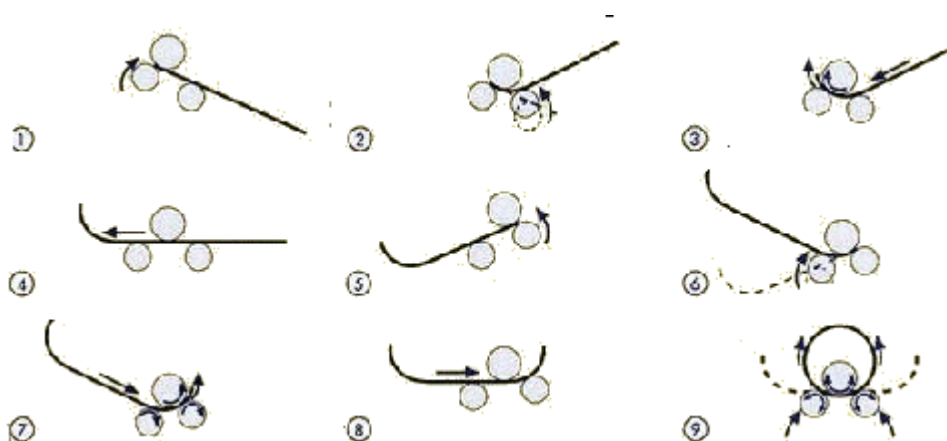


obr. 2.6) Tříválcová hydraulická zakružovačka plechu Durma – HRB – 3. [3]

Postup skružování na tříválcové zakružovačce plechu

Pro názornost je na obr. 2.7) zobrazen postup skružování.

1. Upnutí plechu do stroje.
2. Předhyb na prvním konci.
3. Zakroužení prvního konce plechu.
4. Přejetí na druhou stranu plechu.
5. Upnutí druhé strany plechu do stroje (do válců).
6. Předhyb na druhém konci.
7. Zakroužení druhého konce plechu.
8. - 9. Dokončení zakroužení.



obr. 2.7) Postup skružování na tříválcové zakružovačce plechu. [3]

Tříválcová asymetrická elektromechanická zakružovačka plechu Durma – MRB

Zakružovací šíře 1600 mm – 3100 mm, tloušťka plechu 0,5 mm – 8 mm. Tento typ zakružovačky se hodí pro tenčí materiál, který lze ze stroje manuálně vyjmout a znovu do stroje vložit. Je vhodná pro malý počet kusů a můžeme ji vidět na obr. 2.8).

Charakteristika

- Horizontální vkládání plechu.
- Jednoduché zaúhlování plechu na zadní tj. ohýbací válec.
- Plech je vždy pevně uchycen mezi horní a spodní válec, což minimalizuje riziko jeho posunutí.
- Vysoká přesnost, příznivá cena.
- Velmi krátký předohyb.



obr 2.8) Tříválcová asymetrická elektromechanická zakružovačka plechu Durma – MRB.

[3]

2.3.2 Zakružovací stroje vyráběné firmou Davi

Zakružovačka plechu Davi - MCA

Čtyřválcová hydraulická zakružovačka znázorněná na obr. 2.9). Zakružovací šíře 650 mm – 3100 mm, tloušťka plechu 0,5 mm – 10 mm.



obr. 2.9) Zakružovačka plechu Davi – MCA. [3]

Zakružovačka plechu Davi - MCB

Čtyřválcová hydraulická zakružovačka. Zakružovací šíře 2050 mm – 3100 mm, tloušťka plechu 0,5 mm – 250 mm. Zobrazení zakružovačky přímo v provozu na obr. 2.10)



obr. 2.10) Zakružovačka plechu Davi – MCB. [3]

Zakružovačka plechu Davi – MCO

Tříválcová hydraulická zakružovačka. Zakružovací šíře 2050 mm – 3100 mm, tloušťka plechu 0,5 mm – 250 mm. Na obrázku 2.11) vidíme zakružovačku Davi – MCO a na obr. 2.12) přímo v provozu.



obr. 2.11) Zakružovačka plechu Davi – MCO. [3]



obr. 2.12) Zakružovačka plechu Davi – MCO. [3]

3 Obecný návrh opatření z oblasti technické diagnostiky a údržby

3.1 Teorie technické diagnostiky

Cílem technické diagnostiky je objektivní poznání technického stavu sledovaného objektu a zajistit jeho schopnost plnit určitou funkci za určitých podmínek nejen v současnosti ale i v budoucnosti.

Základní rozdělení

1. Technická bezdemontážní diagnostika (TBD), která má dvě části:
 - Provozní technická diagnostika – dělení z pohledu měřeného fyzikálního diagnostického parametru termodiagnostika, tribodiagnostika, vibrodiagnostika, akustická diagnostika apod.
 - Testová diagnostika a její hypotézy – testování vybraných technických parametrů, to znamená funkční diagnostika.
2. Technická nedestruktivní diagnostika (TND) – jinak defektoskopie. Je zjišťování vnitřních nebo povrchových vad a necelistvostí.

3.2 Teorie údržby

Kombinace všech technických, manažerských a administrativních činností během životního cyklu objektu, které se snaží o jeho udržení ve stavu nebo navrácení do stavu, v němž může vykonávat požadovanou funkci.

Cíle údržby [4]:

- Předcházet vzniku poruch a poruchových stavů.
- Operativně odstraňovat vzniklé poruchy.
- Udržovat hmotný majetek v provozuschopném a způsobilém stavu.
- Vynakládání optimálních nákladů na údržbu.
- Zajistit bezpečnost provozu, údržbou strojů a zařízení.

3P systému údržby [4]:

- Preventivnost – v pravý čas, v předstihu.
- Proaktivnost – hledání příčin poruchy.
- Produktivnost – nedílná součást výroby, řešení produktivity.

Vývojové etapy systémů údržby dle [1]

1. Systém údržby po poruše
2. Systém plánovaných preventivních oprav
 - Systém údržby dle časových plánů.
 - Systém po preventivní prohlídce.
 - Systém standardních periodických oprav.
 - Systém preventivních periodických oprav.
3. Systém diferenciální proporcionální péče
4. Systém diagnostické údržby
5. Systém prognostické údržby
6. Systém automatické údržby
7. Systém totálně produktivní údržby (TPM)

Ekonomika údržby [1]

Údržba je velmi rozporný proces, na jedné straně spotřebovává pracovní sílu, finanční prostředky, čas apod. Na straně druhé prodlužuje životnost a odstraňuje následky opotřebení. Při zajišťování údržby tedy řešíme:

- Náklady na potřebnou a nutnou údržbu.
- Minimalizaci prostojů výrobních strojů a zařízení.

Poměr mezi náklady a výnosy na údržbu není hned na první pohled zřejmý. Přímé náklady na údržbu se dají snadno spočítat, ovšem vliv údržby na poruchy, prostoje a snížení kvality je těžko měřitelný. V literatuře se uvádí, že 7/8 nákladů na údržbu je skryto, nebo jsou obtížně měřitelné a mají vysoký vliv na zisk.

3.3 Údržba hydraulické kapaliny [4]

Prostřednictvím hydraulické kapaliny se v hydraulickém systému přenáší výkon. Má ale také další funkce, jako je dobrá mazací schopnost a ochrana hydraulických částí proti korozi.

Nejčastěji používanou kapalinou je hydraulický olej. Při výběru vhodného oleje je nutné vycházet z provozních podmínek a jeho volba je podmínkou pro správnou funkci zařízení.

Požadavky na tlakové kapaliny [4]

- Dobré mazací vlastnosti.
- Vysoká tepelná zatížitelnost.
- Odolnost proti oxidaci.
- Nízká stlačitelnost.
- Dobré vedení tepla.
- Odolnost vůči pění.
- Odolnost proti vznícení a zapálení.
- Bez negativních účinků na lidský organismus.
- Bezproblémová likvidace.

Dělení pracovních kapalin [4]

Hydraulické kapaliny mohou být vytvořeny na různých základech:

- Na základě minerálních olejů.
- Na základě rostlinných olejů.
- Syntetické kapaliny.
- Nehořlavé kapaliny (těžkozápalné).
- Na bázi vody.

3.3.1 Důležité vlastnosti hydraulických olejů

- a) Viskozita.
- b) Nejnižší přípustná teplota.
- c) Stlačitelnost.
- d) Schopnost odvodušnění.
- e) Vytváření pěny.
- f) Schopnost deemulgace.
- g) Odolnost vůči oxidaci.
- h) Obsah mechanických nečistot.

a) Viskozita [4]

Určuje míru odporu vznikajícího při vzájemném posunutí částic. Její značka dle SI soustavy je $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

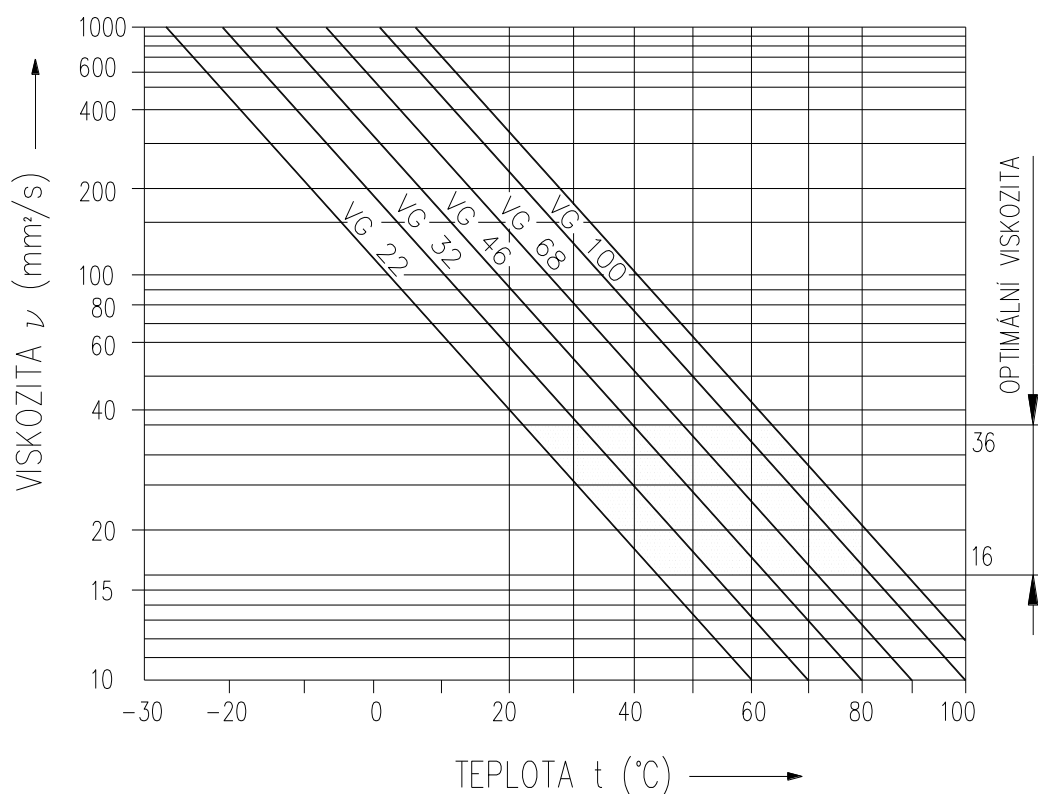
Velká viskozita vede k velkým ztrátám třením, které se projeví jako tlakové ztráty. Při studeném rozběhu vede například ke zpomalení chodu stroje.

Při malé viskozitě vzniká intenzivnější zahřívání a zvětšuje se opotřebení.

Mírou pro viskózní změny v závislosti na teplotě je viskozitní index. Ten určujeme dle DIN ISO 2909.

Čím větší je viskozitní index, tím menší je závislost viskozity na teplotě.

Závislost viskozity na tlaku je výrazná až při vyšších tlacích. Například při nárůstu viskozity do tlaku 20 MPa je malý, avšak při vzrůstu na 40 MPa je viskozita dvojnásobná. Závislost viskozity na teplotě je znázorněná na obr. 3.1).



obr. 3.1) Závislost viskozity na teplotě. [6]

b) Nejnižší přípustná teplota [4]

Při výběru hydraulického oleje je třeba dbát na to, aby nejnižší provozní teplota ležela alespoň 8°C nad nejnižší přípustnou teplotou. Je to nejnižší teplota, při které olej ještě teče.

c) Stlačitelnost [4]

Je udávána změnou objemu v závislosti na tlaku. U oleje se změní objem při změně tlaku o 10 MPa o 0,7 %. Do tlaku 15 MPa je možné stlačitelnost zanedbávat. Při tlacích nad 15 MPa a při velkých objemech není zanedbání možné, mohla by být narušena správná funkce.

d) Schopnost odvzdušnění [4]

Hydraulický olej obsahuje vzduch v rozpuštěné formě. Překročí-li se hranice nasycení, například při velkém tlakovém spádu na škrťicím ventilu, uvolní se vzduch ve formě bublin.

Tento vzduch zmenší odolnost vůči opotřebení, zvýší stlačitelnost oleje a sníží tepelnou vodivost. Důsledkem je poškození povrchu materiálu a pulzace.

Pokud v oleji vzniknou vzduchové bubliny, musí se co nejrychleji odstranit.

e) Vytváření pěny [4]

Pěna vzniká výstupem vzduchových bublinek na hladinu. Výskyt tohoto jevu je nežádoucí. Vliv na vytváření pěny má správně navržená nádrž. Povrch kapaliny v nádrži musí být co největší. Pěnivost zvyšují nečistoty, stárnutí oleje a přítomnost vody.

Schopnost odvzdušnění můžeme zlepšit použitím sít.

f) Schopnost deemulgace [4]

Nežádoucí jev je přítomnost vody v oleji. Voda může vniknout do oleje z poškozeného chladicího systému. Voda zhoršuje viskozitu a způsobuje korozi systému, musí být co nejrychleji odstraněna.

Voda se rychleji odděluje od oleje, když je v klidu, než od oleje proudícího.

g) Odolnost vůči oxidaci [4]

Degradaci oleje se urychlí při vysokých tlacích, přítomností nečistot, vzduchu, vody, vysokou teplotou. Starý (zaoxidovaný) olej může zalepit filtry, chladiče a ventily.

Tomuto jevu lze předcházet dobrou filtrací a pravidelně odebírat vzorky k přezkoušení.

h) Obsah mechanických nečistot

Čistotě hydraulického oleje je třeba věnovat zvláštní pozornost, protože je to jeden z nejdůležitějších požadavků na bezporuchový provoz. K vyhodnocení obsahu mechanických nečistot se nejčastěji používají normy NAS 1638 a ISO 4406 – 87.

Znečištění oleje pevnými částicemi [4]

Klasifikuje se zařazováním do jednotlivých tříd znečištění. Tyto třídy udávají, kolik částic jisté velikosti je obsaženo ve 100 cm³ kapaliny. Pro zařazení do odpovídající třídy je nutné určit počet pevných částic. To lze provést pomocí mikroskopu nebo pomocí čítače částic.

tab. 3.1) Nejčastěji se používá norma NAS 1638 [4]:

Třída	5 – 15 μm	15 – 25 μm	25 – 50 μm	50 – 100 μm	>100 μm
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1000	178	32	6	1
3	2000	356	63	11	2
4	4000	712	126	22	4
5	8000	1425	253	45	8
6	16000	2850	506	90	16
7	32000	5700	1012	180	32
8	64000	11400	2025	360	64
9	128000	22800	4050	720	128
10	256000	45600	8100	1440	256
11	512000	91200	16200	2880	512
12	1024000	182400	32400	5760	1024

Tabulka udává Třídy znečištění dle NAS 1638, maximální počet částic ve 100 cm³ kapaliny.

Měření množství a velikosti nečistot dle ISO 4406 - 87 [7]

Tato norma stanoví kód pro množství pevných nečistot v kapalinách. Kód čistoty odpovídá stupni znečištění. Skládá se ze dvou čísel, která rozlišují velikost částic nečistot takto:

- a) První řada čísel reprezentuje počet částic rovných nebo větších než 5 μm v 1 ml kapaliny.

- b) Druhá řada čísel reprezentuje počet částic rovných nebo větších než 15 μm v 1 ml kapaliny.

Například kód čistoty 18/13. Znamená, že v 1 ml vzorku kapaliny je 1300 až 2500 částic rovných nebo větších než 5 μm . A 40 až 80 částic rovných nebo větších než 15 μm .

tab. 3.2) Tabulka čistoty dle ISO 4406 - 87 [8]

ISO třída	Počet částic ve 100 ml	
	od	do
0	0,5	1
1	1	2
2	2	4
3	4	8
4	8	16
5	16	32
6	32	64
7	64	130
8	130	250
9	250	500
10	500	1000
11	1000	2000
12	2000	4000
13	4000	8000
14	8000	16000
15	16000	32000
16	32000	64000
17	64000	130000
18	130000	250000
19	250000	500000
20	500000	1000000
21	1000000	2000000
22	2000000	4000000

Počet částic v uvedené tabulce je nutné dělit 100, protože se počet částic uvádí v 1 ml.

3.4 Údržba hydraulických součástí a hydraulického agregátu

Hydraulické části by měly být udržovány v čistotě a pravidelně čištěny z důvodu životnosti a bezproblémového provozu.

3.4.1 Údržba hydraulického agregátu

Toto zařízení je relativně složité, ale na jeho dobrém technickém stavu přímo závisí funkce stroje. Stanovení správné technické funkce hydraulického obvodu je problém obtížněji realizovatelný, ale přesto možný za použití technické diagnostiky.

3.5 Hodnocení plastických maziv [7]

Nejvýznamnější vlastnost plastického maziva je konzistence. Klasifikuje se dle stupnice NLGI a zjišťuje se penetrační zkouškou.

Pro mazání valivých ložisek se používá konzistence NLGI 2. NLGI 1 a NLGI 0 se používají při extrémně nízkých teplotách u centrálního automatického mazání.

Mimo snížení tření plní mazivo funkci ochrany proti korozi, mechanické stability a má také těsnicí funkci.

Nikdy se nesmí mísit neslučitelná plastická maziva. Ložiska jsou zcela zaplněna mazivem, ale v tělese je volný prostor mezi 30 % a 50 %. Některé druhy maziv umožňují zaplnění prostoru až 90 % (lithná) bez nebezpečí zvýšení teploty.

Domazávací interval je otázkou řady faktorů. Nutno zohlednit rychlost znečišťování plastického maziva a vliv pracovního prostředí (teplota, vlhkost).

4 Vyhodnocení současného stavu stroje

Zakružovací stroj Schiess Froriep je klíčový stroj používaný pro skružování tlustých plechů, plášťů kotlových těles, nízkotlakých a vysokotlakých ohříváků konvertorů, skříní plynových turbín apod. Jde o jediný stroj pro skružování ve firmě Vítkovice Power engineering, a. s.

Provoz tohoto stroje je určen množstvím a velikostí zakázek, pro výrobu daných produktů a dle toho je využíván. Nejedná se tedy o nepřetržitý provoz.

Údržba stroje je v současné době zajištěna pomocí inspekčních prohlídek. V rámci prohlídky by měla být zkontrolována funkce všech prvků stroje a stav všech provozních kapalin, případně jejich úniky.

Systém údržby je prováděn po poruše. Opravy nejsou předem plánovány, to znamená, když vznikne velká závada, stroj je dočasně odstaven a vznikají ztráty jak časové tak finanční.

4.1 Krátká historie firmy Schiess Froriep

Schiess jako společnost byla založena v roce 1866 Ernstem Schiessem v německém Düsseldorfu. Tato společnost je známá jako výrobce tvářecích a obráběcích strojů na celém světě. Má více než 130 let zkušeností s výrobou obráběcích a tvářecích strojů.

Během let se společnost různě transformovala a v současné době je její název Schiess Brighton GmbH v Německu. Společnost vyrábí velké obráběcí stroje, mezi kterými je značka Schiess velice uznávaná po celém světě.

4.2 Technické údaje zakružovacího stroje Schiess – Froriep UDBH – S 3600/4500

Jedná se o hydraulický tříválcový ohýbací stroj pro ohýbání plechů vyrobený v roce 1977 v německém Düsseldorfu. Slouží pro výrobu válcovitých lubů. Dále je možné vyrábět kuželovité luby a je možné nasadit i zvláštní nástroje, například výměnný válec.

Jde o klíčový stroj používaný pro skružování tlustých plechů, plášťů kotlových těles, nízkotlakých (obr. 4.1) a vysokotlakých ohříváků (obr. 4.2) konvertorů, skříní plynových turbín apod.



obr. 4.1) Nízkotlaký ohřívák. [5]



obr. 4.2) Kotlové těleso. [5]

tab. 4.1) Hlavní rozměry

Maximální síla pro ohýbání	45 000 kN
Maximální šířka plechu	3600 mm
Průměr horního válce	1600 mm
Průměr obou spodních válců	760 mm

tab. 4.2) Rychlosti

Rychlost ohýbání	33,3 až 50 mm·s ⁻¹
Rychlost přístavení horního válce až na 80 % síly horního válce	2,33 mm·s ⁻¹
Jemný chod až na celkový tlak	0,66 mm·s ⁻¹
Rychlochod dolů	4.83 mm·s ⁻¹
Zpětný chod nahoru	7 mm·s ⁻¹

tab. 4.3) Příkon

Hlavní hnací motory	250 × 250 kW
---------------------	--------------

tab. 4.4) Celkový elektrický výkon veškerých motorů čerpadel

Pro přestavení horního válce, pro příčné přestavení spodního válce, ovládání naklápění ložiska, sklopné zařízení a předběžné ovládání magnetických ventilů	175 kN
--	--------

tab. 4.5) Výměna horního válce

Průměr horního válce	1250 mm
Průměr horního válce	960 mm

Hlavní rozměry a technické údaje

tab. 4.6) Základní prvek

Délka základního prvku	5700 mm
Šířka	5700 mm
Pracovní výška (vstupní výška plechu)	800 mm
Počet válečků	2 až 3
Počet středících zařízení	2
Nejkratší délka plechu, která je ještě zachycena dvěma středícími zařízeními	3000 mm
Maximální váha jednoho plechu	30000 kg
Minimální šířka plechu určená pro vystředění	500 mm
Druh pohonu válečků	elektromotorem

tab. 4.7) Přídavný prvek pro prodloužení základního prvku

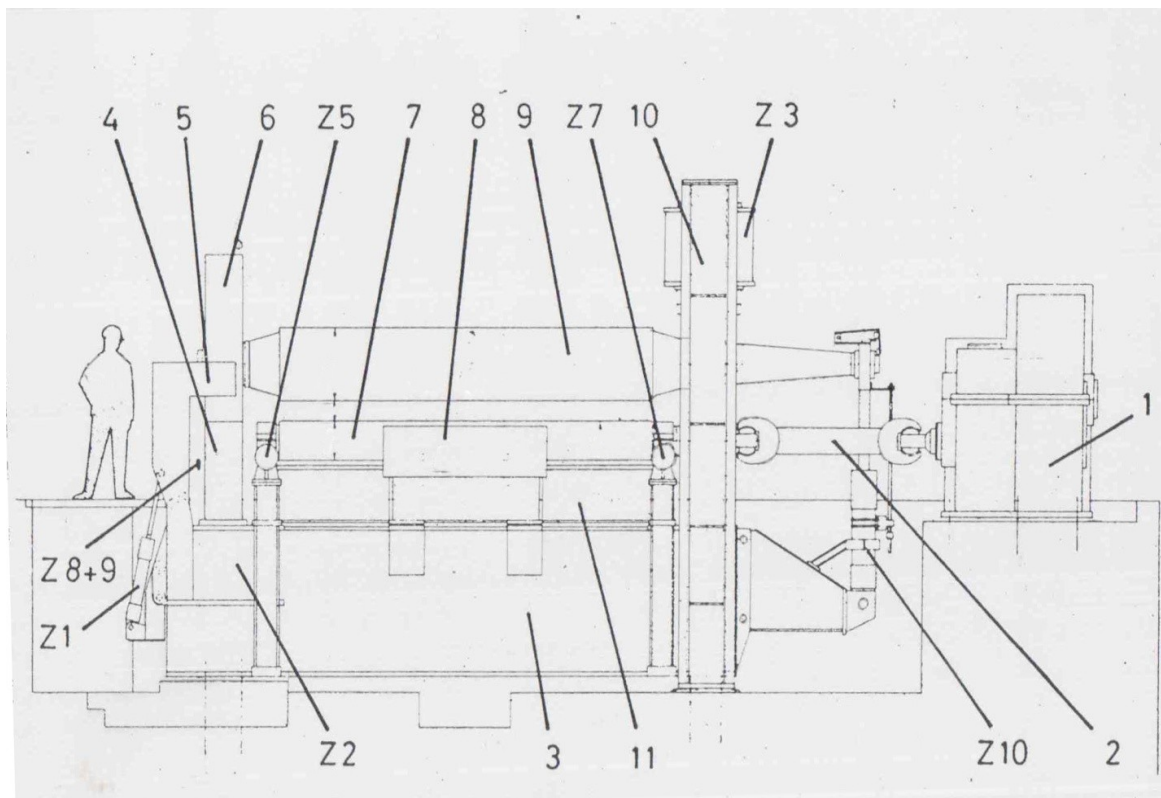
Délka přídavného prvku	2850 mm
Šířka	5700 mm
Pracovní výška (vstupní výška plechu)	800 mm
Počet válečků	3
Počet středících zařízení	1

Diagramy ohýbání v poloze pro nahnutí

Grafy diagramů jsou v kapitole 8.1 příloha č. 1. Zobrazují na ose x tloušťku plechu v milimetrech a na ose y vnitřní poloměr R_i v milimetrech.

4.3 Popis hlavních částí zakružovacího stroje Schiess – Froriep UDBH – S 3600/4500

Na obrázku 4.3) je vyobrazeno schéma zakružovacího stroje a na obrázku 4.4) aktuální fotografie.



obr. 4.3) Schéma hlavních částí zakružovacího stroje. [5]

Vysvětlivky k obr. 4.3)

- 1 - pohon spodních válců
- 2 - kloubové hřídele
- 3 - opěrný nosič
- 4 - stojan sklopného ložiska
- 5 - páka sklopného ložiska
- 6 - sklopné ložisko
- 7 - spodní válece
- 8 - opěrné válce
- 9 - horní válec
- 10 - stojan naklápěcího ložiska
- 11 - systém opěrného kozlíku pro spodní válce

Z1 – sklopný válec

Z2 – válec pro sklopné ložisko

Z3 – válec naklápěcího ložiska

Z4 až Z7 – válec pro přestavení spodních válců

Z8 až Z9 – blokovací válec pro páku sklopného ložiska

Z10 – naklápěcí válec



Obr. 4.4) Schiess – Froriep UDBH-S3600/4500

4.3.1 Všeobecný popis

Do opěrného případně na opěrný nosič jsou zabudovány stojany naklápěcího ložiska a stojany sklopného ložiska. Na horizontálních kluzných drahách opěrného nosiče stojí posunovatelný systém kozlíku pro spodní válec. Horní válec je zabudován na jedné straně do naklápěcího ložiska a na druhé straně do sklopného ložiska, přičemž vlastní uložení je v bronzových pouzdrech. Horní válec je přestavován válcem pro naklápěcí a pro sklopné ložisko. Síly vznikající při ohýbání jsou přebírány opěrným nosičem, takže pro zatížení základu platí pouze váha stroje.

Plech je dopravován vodorovně mezi horní a spodní válec. Pro účely vytahování hotově skružených plechů se otevře sklopné ložisko pomocí sklopného válce. Dříve než se otevře, odlehčí se sklopné ložisko od váhy horního válce naklápěcím válcem. Naklápěcí válec má za úlohu držet horní válec ve vodorovné poloze během sklápění.

Zde uvádím všeobecný popis těchto částí:

- a) Stojan naklápěcího ložiska a naklápěcí ložisko.
- b) Stojan sklopného ložiska se sklopným ložiskem.
- c) Podpěrný kozlíkový systém spodních válců.
- d) Pohon spodních válců.
- e) Hydraulický agregát.
- f) Centrální mazací systém naklápěcího ložiska.

a) Stojan naklápěcího ložiska a naklápěcí ložisko

Stojan je tvořen ze dvou stojanů, které jsou sešroubovány s opěrným nosičem. Na vnitřních stranách stojanů je přišroubována svařovaná konstrukce pro uchycení posuvného vodícího dílce.

Horní válec je přestavitelný vertikálně. Při ohýbání kuželových lubů a při sklápění zabírá různé úhlové polohy a vzhledem k tomu je naklápěcí ložisko uloženo otočně okolo dvou čepů. Stojan naklápěcího ložiska s naklápěcím ložiskem je na obr. 4.5).



obr. 4.5) Stojan naklápěcího ložiska.



obr. 4.6) Stojan sklopného ložiska.

b) Stojan sklopného ložiska se sklopným ložiskem

Oba stojany sklopného ložiska jsou sešroubovány s podpěrným nosičem. Tyto stojany slouží pro uchycení válců pro příčný posuv. Mezi oběma stojany je umístěno sklopné ložisko s uložením horního válce. Stojan sklopného ložiska je na obr. 4.6).

c) Podpěrný kozlíkový systém spodních válců

Je to svařovaná konstrukce sloužící pro zabudování spodních válců a opěrných válců. Konstrukce se dá posouvat na opěrném ložisku pomocí válců pro příčný posuv.

d) Pohon spodních válců

Oba čelní převody jsou zabudovány odděleně v hlavní převodové skříni. Jejich pohon je zajištěn elektromotorem na střídavý proud s pružnou čepovou spojkou a pomocí kloubového hřídele spodního válce.

Čelní převod přenáší počet otáček hnacího motoru na počet otáček spodních válců potřebný pro ohýbání a poskytuje potřebný točivý moment.

Přepínatelným převodovým stupněm jsou k dispozici 2 rychlosti ohýbání. Přepínání se provádí přes hydraulický válec. Pohon spodních válců na obr. 4.7).



obr. 4.7) Pohon spodních válců.

e) Hydraulický agregát

Náplň hydrauliky

Provozní náplň skružovacího stroje Schiess Froriep je 4000 l hydraulického oleje. V tabulce 4.8) vidíme jeho typické vlastnosti. Označení použitého oleje:

Paramo OH HM 68

tab. 4.8) Typické vlastnosti oleje Paramo HM 68 [9]

Viskozitní třída	ISO VG 68
Kinematická viskozita při 40 °C	68 mm ² ·s ⁻¹
Viskozitní index	100
Bod tuhnutí	-27 °C
Bod vzplanutí	250 °C



obr. 4.8) Hydraulický agregát.

f) Centrální mazací systém naklápěcího ložiska

Jde o přetržité mazání, kdy je nutný přívod malého množství maziva na mazané místo. Jedná se o ztrátové mazání. Centrální mazací systém slouží pro rozvod plastického maziva. Je určen zejména k mazání skružovacích válců stroje Schiess Froriep. Rozvod zahrnuje 38 mazaných míst a umožňuje přidání až osmi mazaných míst. Plechový zásobník má objem 30 l. Na obrázku 4.9) vidíme naklápěcí ložisko napojené na centrální mazání.



obr. 4.9) Centrální mazání naklápěcího ložiska.

Použité plastické mazivo [10]

Vysokovýkonně komplexní vápenaté plastické mazivo MOL Neoma NH2 od výrobce Slovnaft. Má vynikající protioděrové vlastnosti umožňující jeho použití v ložiskách vystavených vysokému zatížení v širokém rozsahu pracovních teplot. Dobrá mechanická stálost zaručuje dlouhodobé požadované mazání i v případě vibrací. Je vhodné pro ložiskové aplikace při vyšších teplotách, vysokém zatížení a při malých a středních rychlostech. Zvláště je vhodné pro mazání v těžkých podmínkách průmyslu. Teplotní rozsah použití od -30 °C do +140 °C. V tabulce 4.9) jsou uvedeny typické vlastnosti použitého maziva.

tab. 4.9) Typické vlastnosti maziva MOL Neoma NH2

Klasifikace NLGI.	NLGI 2
Výkonnostní úrovně.	DIN 51502: KP2N-30 ISO 6743-9: L-XCDHB 2
Kinematická viskozita základového oleje při 40 °C.	120 mm ² ·s ⁻¹
Bod skápnutí.	Nad 300 °C.
Penetrace při 25 °C [0,1 mm]	295

4.4 Funkce stroje

Stroj slouží pro výrobu válcovitých a kuželovitých lubů. Je možné nasadit zvláštní nástroje, například výměnný válec.

Zakružovací stroj vykonává tyto činnosti:

- a) Nahýbání
- b) Skružování
- c) Ohýbání kuželových lubů
- d) Kalibrace

a) Nahýbání

Jde o zhotovení žádaného ohybu na koncích plechu, přičemž rezultuje zbylý konec s rozdílným ohybem.

Tento zbytek s rozdílným ohybem je vždy, protože je pro zhotovení konstantního ohybu až na konci plechu zapotřebí teoreticky nekonečně velká síla. V některých případech, zejména jde-li o velké průměry je tato odchylka zanedbatelná.

Je-li nutné vyrobit lub s velkou přesností kulatosti, pak je účelné, aby konce plechu byly ohnuty do tvaru srdce. Při navazujícím kalibrování je pak možno vytlačit srdcovité zploštění.

Bylo-li požadované zakřivení docíleno, pak se horní válec uvolní, plech se dopraví mezi válce pro provedení nahnutí na druhé straně plechu a současně se spodní válce posunou do polohy pro nahnutí na druhou stranu. V této poloze se opakuje popsáný postup pro nahnutí.

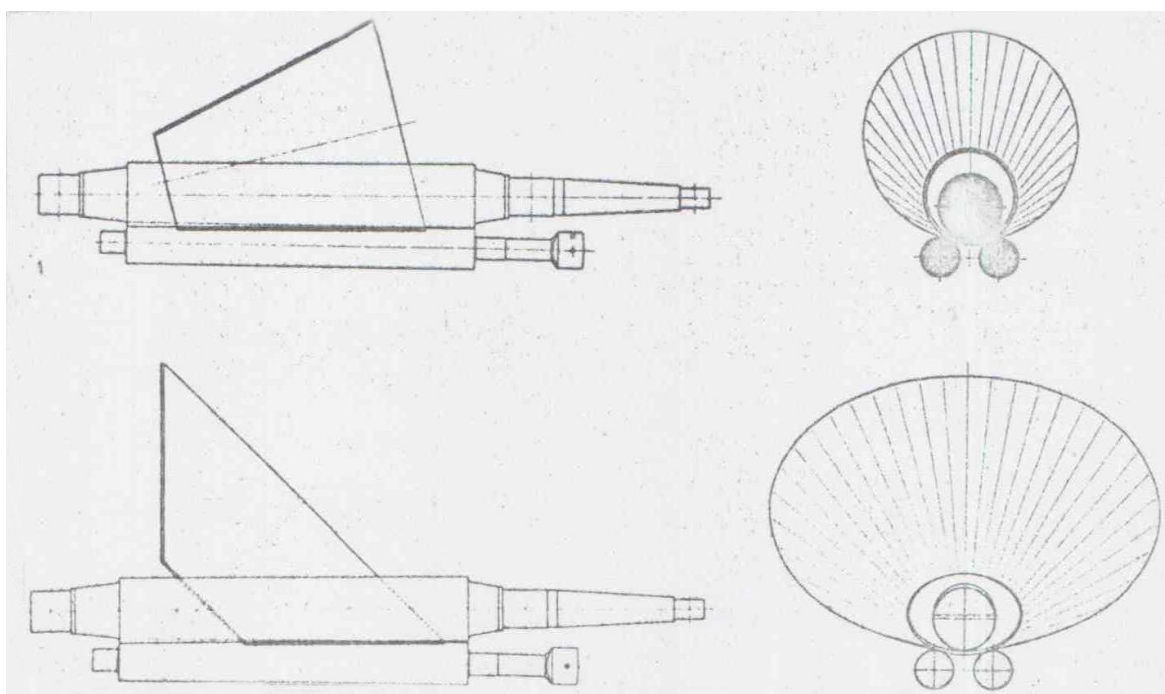
b) Skružování

Pod tímto pojmem rozumíme plynulý postup ohýbání ve střední poloze při zapnutém pohonu. Postup skružování se uskutečňuje až do uzavření lubu. Při uzavření lubu by se měly konce plechu překrývat, takže po odpružení zůstává mezi oběma konci plechu pouze malá mezera.

c) Ohýbání kuželových lubů

Vzhledem k tomu, že ohýbání do kuželového tvaru je možné pouze použitím kuželových válců, je možné na tříválcovém ohýbacím stroji na plechy docílit pomocí válcovitých válců pouze přibližný postup. Za tímto účelem je možné horní válec uvést do šikmé polohy.

Plech sloužící pro zhotovení komolého kuželu je pak po narýsování plášťových čar úsekově lisován a krátkodobým zapnutím pohonu (dopředu a dozadu) válcován. Pak je nutné, aby plech byl podle další plášťové čáry vyrovnán. Postup tak dlouho opakujeme, až je kuželovitý lub hotový. Ohýbání je znázorněno na obr. 4.10).



obr. 4.10) Ohýbání kuželových lubů. [5]

d) Kalibrace

Jde o lisovací postup, který může být použit po ukončeném svařování lubu. Používá se tehdy, jsou-li odchylky průměru velmi malé, nebo došlo-li při svařování k deformaci plechu.

4.5 Střední oprava skružovacího stroje Schiess Froriep v roce 2009

Jako účel opravy byl uveden důvod, že spodní válce nejsou v ose a horní válec má velkou vůli v ložiskách. Tyto problémy nepříznivě ovlivňují přesnost skružování.

Rozsah opravy strojní části

- Kompletně nové mazání – výměna tukového mazacího lisu (čerpadlo) a výměna rozvodových trubek včetně progresivních rozdělovačů pro zvýšení tlaku mazání.
- Výměna šroubů zarážek sklápěcí plošiny – ustřižené.
- Oprava zajišťovacích držáků klopného ramene (vyrovnání).
- Výměna obložení přísuvu stavěcích válců.
- Oprava stěračů pracovních válců – malá přítlačná síla.
- Kontrola brzdového obložení, bubnů a přetěsnění víka převodovky.
- Výměna dvou kusů ložiskových domků válců.
- Oprava plechu stojanu (vyrovnání).
- Výměna roštů pracovní plošiny.
- Seřízení zprovoznění.

Rozsah opravy elektro částí

- Výměna hlavního vypínače.
- Kontrola, vyčištění a oprava odporníků.
- Kontrola, vyčištění a oprava stykačů.
- Výměna koncových spínačů odklápění ložiska.
- Kontrola brzd hlavních motorů na dílně, výměna oleje.
- Výměna ložisek u motorů a čerpadel.
- Oprava signalizace na panelech.
- Obnovení popisu v rozvaděčích.

4.5.1 Technické řešení rozvodu tlakového maziva

Byla zjištěna nová mazaná místa. Původní technická dokumentace obsahovala 42 mazaných míst, nyní vychází celkem 38 mazaných míst. Nové řešení umožňuje přidání až 8 mazaných míst.

Použité plastické mazivo dle třídy NLGI2, určené pro centrální mazací systémy.

Zdroj tlakového maziva

Elektrické pístové čerpadlo P215 s 30litrovým plechovým zásobníkem se signalizací nízké hladiny maziva. Je osazené čtyřmi čerpacími prvky K7 (s nastavitelnou dávkou maziva $0,787 \text{ cm}^3/\text{min/prvek}$ až $3,151 \text{ cm}^3/\text{min/prvek}$), se střídavým elektromotorem 380 V až 420 V s frekvencí 50 Hz.

Rozdělení maziva do mazaných míst

Je zabezpečeno v přesně stanoveném poměru progresivními pístovými rozdělovači SSVD (s nastavitelnou dávkou maziva pomocí dávkovacích šroubů v rozsahu $0,08 \text{ cm}^3/\text{vývod}$ až $1,8 \text{ cm}^3/\text{vývod}$).

Rozvod maziva

Mezi čerpadlem a rozdělovači SSVD je rozvod maziva zabezpečen z ocelové chromátované trubky $d 10 \times 1,5$. Rozvod maziva mezi rozdělovači a do mazaných míst je uvažován z ocelové chromátované trubky $d 6 \times 1,0$.

Schéma přehledu mazaných míst je vyobrazeno v Příloze č. 2.

4.5.2 Technické řešení systému elektroovládání rozvodu tlakového maziva

Je použitý systém elektroovládání RM1 + RM2. Je napojeno k stávajícímu řídicímu pultu. Systém umožňuje měnit přepínačem studený a horký provoz stroje.

Systém elektroovládání RM1 + RM2 je tvořen dvěma skříněmi s odpovídajícím krytím. Skříň s logickým relé je osazena hlavním vypínačem, tlačítkem reset a přepínáním provozu a také kontrolkami (mazání v provozu, nízká hladina maziva, porucha mazání).

Přestávka horkého i studeného provozu je individuálně nastavitelná v minutách i sekundách. Doba běhu bude nastavena na 60 s až 70 s.

Funkce systému je taková, že běh čerpadla bude vždy cca 70 s, za tu dobu mohou být dávky maziva u uložení hlavního válce $2,5 \text{ cm}^3$ (70 sekund) na mazané místo. Přitom mazané místo č. 8 dostane dávku maziva $0,17 \text{ cm}^3$ (70 sekund) na mazané místo. Horkým nebo studeným provozem je možno prodlužovat nebo zkracovat přestávku mezi mazáním. V extrémním případě může nastat trvalý provoz čerpadla.

Blokové schéma elektroovládání je v Příloze č. 3.

4.6 Ohlašování a záznam poruch na stroji

K ohlašování a záznamu poruch na stroji slouží informační systém Helios Green, je na obrázku 4.11).

Postup zadání, převzetí a ukončení poruchy

1. Zaměstnanec oprávněný k nahlášení poruchy vytvoří v pořadači Evidence hlášení „Nový záznam“ (uvede číslo stroje, text hlášení, typ požadavku, priorita).
2. Dispečer převezme poruchu stroje pomocí funkce „Převzít“, může měnit atributy Typ požadavku a Priorita.
3. Dispečer předá poruchu Mistrovi pomocí funkce „Předat“. Funkce přepne vztah z „Převzato“ na „Předáno“.
4. Mistr po odstranění poruchy zadá funkci „Ukončeno“.

Evidence hlášení: Nový záznam

Editace Vztahy Funkce

Hlášení Údaje o záznamu

Číslo stroje 0610224-320-85 EL.MOSTOVY JERAB 32/10T

Text hlášení

výměna rozbitého světla v kabině 32t.jeřábu p.Warta

Typ požadavku 11 Porucha elektro

Priorita Vysoká Stav Zavedeno

Stav stroje Jede

Datum nahlášení 02.01.2009 13:13 Hlásil Vavrečka Milan

Reference 00000084EH výměna rozbitého světla v kabině 32t.jeř

Druh požadavku P Poruchy

Zakázka 094600329 Odstraňování poruch na agregátech NS...

Mistr

Zadání

Stav zadání

1. formulář

obr. 4.11) Evidence hlášení, nový záznam. [5]

5 Sestavení plánu údržby a doporučení nápravných opatření

5.1 Doporučení kontroly hydraulického oleje z oblasti technické diagnostiky

Tribodiagnostické metody [7]

Tribotechnická diagnostika je jedna z metod bezdemontážní technické diagnostiky. Využívá maziva jako zdroje pro získání informací o mechanických změnách a dějích ve strojích a zařízeních, u nichž jsou tato maziva použita. Účelem je zjišťovat, vyhodnocovat výskyt cizích látek v mazivu a to jak z hlediska kvantitativního, tak i kvalitativního. Z výsledků a provedených zkoušek je nejen možné zjistit příznaky vznikajících poruch, ale i lokalizaci místa vzniku poruchy.

Tyto metody jsou vhodné pro sledování stavu hydraulického oleje. Při práci stroje dochází k opotřebení jeho částí a dochází k uvolňování částic kovů nebo jejich sloučenin. Když opotřebení roste, zvyšuje se i koncentrace těchto kovů v oleji.

Sledování degradace samotného maziva [7]

Sledování degradace maziva je hodnocení jeho fyzikálně chemických parametrů. Dále uvedu některé normy a zkoušky maziv. Nečistoty, které znehodnocují mazivo, můžeme rozdělit do čtyř kategorií:

- Nečistoty primární – pochází z nádrže, potrubí, hydraulických prvků. Typickými nečistotami jsou otřepy vzniklé při montáži, okuje ze sváření, barvy a rozpouštědla.
- Nečistoty z okolí – nečistoty vniklé dovnitř soustavy po povrchu pístnice nebo nedostatečně těsnícím plnicím případně odvětrávacím otvorem (písek, prach).
- Nečistoty vzniklé z obvodu – jde o nečistoty vzniklé z hydraulické kapaliny nebo provozem prvků (eroze, opotřebení, koroze).
- Nečistoty vzniklé z hydraulické kapaliny – vznikají vypadnutím aditiv z oleje (diverzanty, detergenty, protioděrové přísady).

Odběr vzorků pro analýzu

Vzorek má představovat průměrné složení maziva používaného v stroji. Vzorky se odebírají do čistých vzorkovnic o objemu 300 ml. Přičemž stroj musí být minimálně 20 min v provozu z důvodu promíchání a zahřátí na provozní teplotu. Na správném odběru vzorku závisí výsledek technické diagnostiky, je třeba mu věnovat velkou pozornost.

Základní zkoušky prováděné na hydraulickém oleji [7]

Kinematická viskozita při 40 °C a 100 °C

Rozhodující vlastnost maziva v oblasti hydrodynamického tření. Hlavní zkušební údaj u mazacích olejů. Změny viskozity mohou probíhat dvěma směry:

- Zvyšování viskozity – způsobeno meziprodukty oxidační povahy.
- Snižování viskozity – způsobeno tepelnou a mechanickou degradací aditiv (důsledek suché až mezní tření, případně zadření).

Olej používaný firmou VPE má předepsanou viskozitu při teplotě 40 °C $68 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Tato viskozita by se v provozu neměla měnit o víc než $\pm 15 \%$.

Měření viskozity se provádí viskozimetry. Například Ubbelohde, Cannon – Fenske, atd.

Bod vzplanutí [7]

Slouží ke stanovení přibližné hodnoty obsahu zředujících a hořlavých látek. Bod vzplanutí je nejnižší teplota, při které zahříváním v předepsaném přístroji za podmínek zkoušky přechází z oleje do ovzduší nad hladinou oleje již tolik par, že vzniklá směs přiblížením plaménku vzplane a opět zhasne.

Měrnou jednotkou je stupeň Celsia °C. U hydraulického oleje Paramo HM 68 je bod vzplanutí 250 °C.

Měření se provádí v uzavřeném nebo otevřeném kelímku.

Obsah vody [7]

Přítomnost vody v hydraulickém oleji je nežádoucí protože způsobuje nebo podporuje:

- Pěnění oleje.
- Vypadávání aditiv.
- Tvorbu emulze.
- Zvyšování viskozity.
- Korozi součástí.

Přípustná hodnota obsahu vody v oleji je maximálně 0,2 % hmotnostního obsahu vody.

Metody pro hodnocení obsahu vody jsou vizuální zkouška, prskací zkouška, Coulometrická metoda, destilační zkouška.

Číslo alkality a kyselosti [7]

V průběhu provozní degradace olejů vznikají nižší a vyšší organické kyseliny. Tyto kyseliny mají negativní důsledky:

- Vyšší kyselost – zvýšení korozivnosti oleje.
- Špatná funkce oleje – důsledek nesprávné viskozity.

Číslo kyselosti (TAN) je jediný ukazatel stárnutí průmyslových olejů. U průmyslových olejů ale dochází daleko rychleji ke znečištění než ke stárnutí. Informuje o nárůstu látek kyselého charakteru, které mohou korozivně napadat materiál. „Je definováno jako množství KOH v mg spotřebované na neutralizaci všech kyselých složek obsažených v 1 g analyzovaného vzorku oleje.“ [7]

Číslo celkové alkality (TBN) je ukazatel celkové alkality maziva, obsahu organických a anorganických látek zásadité povahy. „Udává množství kyseliny chloristé, vyjádřené počtem miligramů hydroxidu draselného, které je třeba k neutralizaci všech zásaditých složek přítomných v 1 g vzorku oleje.“ Jednotka je mg KOH g^{-1} . [7]

Obsah mechanických nečistot

Čistotě hydraulického oleje je třeba věnovat zvláštní pozornost, protože je to jeden z nejdůležitějších požadavků na bezporuchový provoz. K vyhodnocení kódu čistoty se nejčastěji používají normy NAS 1638 a ISO 4406 – 87, viz. kapitola 3.3.1 Důležité vlastnosti hydraulických olejů.

5.1.1 Shrnutí a doporučení

V této části věnuji velkou pozornost hydraulickému oleji, protože má zásadní vliv na správnou funkci veškeré hydrauliky a ovlivňuje životnost všech hydraulických součástí. Výměna oleje (při množství 4000 litrů) je značně finančně náročná. Doporučuji dbát na jeho včasné výměny a sledovat stav. Proto by měly být zavedeny pravidelné roční rozborů hydraulického oleje, které budou obsahovat tyto zkoušky:

- Znečištění oleje pevnými částicemi dle NAS 1638.
- Měření množství a velikosti nečistot dle ISO 4406.
- Kinematická viskozita při 40 °C a 100 °C.
- Bod vzplanutí.
- Obsah vody.
- Číslo alkality a kyselosti.

Dále navrhuji každé 3 měsíce dělat kontrolu znečištění oleje a kontrolu čísla kyselosti. Jestliže se ukáže, že znečištění je velké, navrhuji použití infračervené spektrometrie.

5.2 Doporučení z hlediska diagnostiky hydraulických obvodů [7]

Pro zjištění technického stavu hydraulických obvodů můžeme využít dva druhy diagnostických signálů:

- Signály vyvolané fyzikálními jevy, které podmiňují jeho činnost a jsou pro jeho funkci podstatné – parametry hydraulického obvodu (tlak, průtok, otáčky, moment).
- Signály které označujeme jako průvodní, nepodmiňují činnost zařízení, ale jejich vznik je často nežádoucí – vibrace, hluk, změna teploty, znečištění kapaliny.

Základní metody diagnostiky hydraulických obvodů [7]

Parametrické metody

Jde o metody jednoduché a názorné. Tyto parametry se dají sledovat přímo na řídicím pultě. Nejčastěji jde o tyto parametry:

- Průtok.
- Tlak.
- Otáčky .
- Kroutící moment.

Nevýhodou je skutečnost, že projevení parametrů přichází pozdě, to znamená, že porucha už je v příliš pokročilém stádiu, nebo se neprojeví parametricky vůbec.

Vlastní hodnocení technického stavu prvků je možné:

- Měřit ve statickém režimu.
- Měřit v dynamickém režimu – pro tlakové ventily.
- Hodnocení hydrogenerátorů, rotačních hydromotorů, přímočarých hydromotorů, tlakových ventilů, filtrů.

Termodynamické metody

Vychází ze zákona zachování energie. Ztráty na hydraulickém prvku se projeví zvýšením teploty protékající hydraulické kapaliny. Určuje se tedy rozdíl teplot před a za prvkem.

Cílem termodynamických metod je opět stanovit základní diagnostický parametr daného prvku (účinnost, tlakový spád), ale při využití jiných vstupních veličin (teplot a teplotních spádů).

Vibroakustické metody

Využívá se ultrazvuková aktivní metoda, která vyhodnocuje emitovaný ultrazvukový signál.

Ultrazvukový signál vzniká při proudění kapaliny přes hydraulické odpory jako projev kavitačních procesů. Prudké zanikání kavitačních bublin způsobených rázy, vyvolávající

emisi ultrazvukového signálu v desítkách až stovkách Hz. Používá se k rozpoznání netěsností. Předností je snímání signálu na povrchu objektů. Použití v praxi pro:

- Tlakové ventily – dochází ke škrcení kapaliny, vzniku kavitačních procesů, parametry ovlivňují velikost signálu (teplota, tlakový spád, průtok).
- Přímočaré hydromotory – při dobrém stavu nemá docházet k průsakům kolem pístu a tím by neměly kavitační procesy vzniknout.
- Škrťací ventily – na velikost signálu má vliv průtok, teplota, tlak, geometrie průtočného průřezu.
- Rotační hydrogenerátory a hydromotory – zde se ultrazvukového signálu využívá k hodnocení stavu mechanických součástí, ale lze využít i oblast slyšitelných frekvencí, vibrací.
- Jednosměrné ventily – při dobrém stavu nesmí kapalina pronikat, čímž je emise ultrazvukového signálu nulová.

Vyhodnocení naměřených hodnot se děje na sledování velikosti změny signálu v čase při daném měřicím intervalu. Jako srovnávací parametr je referenční hodnota střední modulační složky ultrazvukového signálu.

Tribodiagnostické metody

Tyto metody se využívají zejména k analýze kvality hydraulické kapaliny, zejména její čistoty. Stav hydraulické kapaliny zásadním způsobem ovlivňuje spolehlivost a životnost hydraulických systémů. Proto využití tribodiagnostiky s prostředky přečišťování přináší značné ekonomické úspory.

Hydraulický olej je charakterizován kinematickou viskozitou při 40 °C a 100 °C, bodem vzplanutí, bodem tuhnutí a viskozitním indexem. Jakost oleje se v průběhu provozu mění a použitelnost limitují zejména tři hlavní faktory:

- Chemické stárnutí.
- Obsah mechanických nečistot.
- Obsah vody.

Stanovení těchto faktorů je velmi důležité. Analýzu nelze provést u uživatele, ale odebrané vzorky se analyzují na specializovaných pracovištích.

5.3 Doporučený postup výměny a plnění olejem

Plnění olejem

Mělo by být prováděno za klidu v nezatíženém stavu. Doporučuji používat plnicí zařízení s filtrační stanicí, která má filtrační schopnost 10 μm .

Množství náplně by mělo být 4000 l. Stav oleje musí být kontrolován na ukazateli stavu oleje. Hladina oleje nesmí překročit horní olejovník.

Výměna oleje

Výměna celé hydraulické náplně oleje, by měla probíhat po 6000 provozních hodinách. Olej se odsává ručně nebo čerpací jednotkou. Zbytek oleje se z nádrže vypustí otevřením vypouštěcího kohoutu na dně nádrže. Současně před naplněním novým olejem bude nádrž vyčištěna. Dále musí být vyměněna patrona olejového filtru, vzduchového filtru a zkontrolovány, případně dotaženy hadicové rozvody.

Skladování oleje

Je nepřípustné, aby byl hydraulický olej skladován v sudech na volném prostranství. Musí být skladován v suchém, zastřešeném prostoru. Před odběrem oleje musí být sud řádně očištěn, zejména u zátky.

5.4 Doporučená údržba centrálního mazacího systému

V rámci údržby by měla být kontrolována těsnost a správná funkce systému. Důležité je taky hlídat množství plastického maziva v plechovém zásobníku. V žádném případě nesmí dojít k vnikání jakýchkoli nečistot do zásobníku. Mohly by znehodnotit jak samotné mazivo, tak poškodit centrální mazací systém.

5.5 Plán údržby

Kontrola 8 – 16 pracovních hodin nebo denně

- Vizuální kontrola ovládacích prvků – poškození, čistota.
- Vizuální kontrola pevných krytů.
- Kontrola hlučnosti stroje – namazat ložiska, upravit vůle.
- Kontrola rovnoběžnosti válců.
- Kontrola oleje patentovaných převodovek.
- Kontrola vodítek a těles sklopných ložisek – vyčistit.

Kontrola 80 – 160 pracovních hodin nebo týdně

- Kontrola stavu oleje – případně doplnit.
- Kontrola olejového filtru – vyčistit, vyměnit.
- Kontrola těsnosti hydraulického rozvodu.
- Mazání všech označených mazacích míst dle mazacího plánu.
- Kontrola stavu elektrické kabeláže (poškození).
- Čištění stroje – sklopných ložisek, pracovní plošiny, snímače, ovladače, indikátory.

Kontrola 400 – 600 pracovních hodin nebo měsíčně

- Kontrola teploty oleje při skružování.
- Kontrola čistoty zobrazovačů parametrů (řídící pult, manometry).
- Kontrola a dotažení všech mechanických a hydraulických spojů.
- Kontrola chromovaných pístních tyčí – vyčistit.

Kontrola čtvrtetně nebo co 3 měsíce

- Kontrola čistoty oleje – kód čistoty a kyselost.

Kontrola ročně

- Kontrola čistoty oleje (po maximálně 6000 pracovních hodinách vyměnit).
- Výměna patrony olejového filtru.
- Výměna vzduchového filtru nádrže.
- Čištění nádrže hydraulického oleje (vždy při výměně oleje).

- Čištění celého zakružovacího stroje – hydraulický agregát, řídicí pult, sklopná ložiska, atd.
- Komplexní kontrola funkce zakružovacího stroje – ovládání, snímače, indikátory, atd.
- Kontrola opotřebení součástí stroje.

5.6 Plán údržby elektroinstalace

Kontrola 1× měsíčně

- Kontrola stavu snímačů polohy, jejich nastavení, funkce mechanických prvků a čistota snímacích ploch magnetických snímačů.
- Kontrola čistoty optických bezpečnostních prvků.
- Kontrola stavu ovladačů a funkce signálů.
- Kontrola stavu ventilace a prachového filtru rozvaděče.

Kontrola 1× za 6 měsíců

- Zkouška funkce bezpečnostních prvků stroje.

Kontrola 1× za rok

- Kontrola hlučnosti stykačů a relé.
- Měření izolačních stavů zařízení.
- Dotažení svorek v rozvaděči i v zařízení na stroji.
- Pravidelná revize zařízení.

5.7 Tabulka možných poruch a jejich příčin u hydraulických zařízení

Tato tabulka má být pomůckou k zjišťování místa a při odstraňování zdrojů poruch. Obsahuje pouze hlavní příčiny poruch u hydraulických zařízení. V žádném případě nemůže svým obsahem pokrýt veškeré poruchy, které mohou nastat.

tab. 5.1) Tabulka možných poruch a jejich příčin u hydraulických zařízení

Projev poruchy	Možná příčina	Způsob odstranění
Čerpadlo nečerpá	Hladina oleje příliš nízká Filtr znečištěn Vzduch v systému Nasávací potrubí netěsné	Doplnit olej Vyčistit, vyměnit Odvzdušnit systém Vyměnit
Čerpadlo nebo motor způsobují velký hluk	Kavitace, pění oleje Skříň netěsná Teplota oleje příliš vysoká Hladina oleje je příliš nízká	Odvzdušnit systém Dotáhnout šrouby Kontrola chlazení Doplnit olej, zkontrolovat případnou lekáž
Čerpadlo nedodává žádný tlak	Nesprávné nastavení tlaku Lekáž v systému Poškozené čerpadlo Spálený elektromotor Přerušení přívodu elektřiny	Kontrola na řídicím pultu Utěsnit systém Výměna Výměna Obnovit přívod energie
Špatná filtrace	Filtr zanešen	Vyčistit (vyměnit) filtr, vyčistit systém
Olej znečištěn	Systém znečištěn Vadný vzduchový filtr	Systém propláchnout vyměnit
Olej pění	Příliš nízká hladina oleje Systém není naplněn	Doplnit Systém po krátkém záběhu doplnit
Voda v oleji	Vadný chladicí systém	Oprava chladicího systému
Teplota oleje příliš vysoká	Okolní teplota příliš vysoká Vadný termostat Nedostačující chlazení	Větší chladič Výměna, seřízení Zvýšit chladicí výkon
Špatné chlazení	Systém ucpán Chladič příliš malý Vadné zásobování chladicí vodou Vadný ventilátor	Vyčistit systém Změnit typ chladiče Přezkoušet vodovodní síť Oprava, výměna

6 Závěr

Ve své práci se zabývám mimo jiné i přínosy, které vyplývají ze zavedení technické diagnostiky a údržby. Může se zdát, že zavedením technické diagnostiky se zvýší náklady na provoz stroje. Musíme ale brát v úvahu, že zavedením správného přístupu k údržbě stroje a správným vyhodnocením určitých diagnostických parametrů, můžeme nejen prodloužit životnost, ale i rychle a efektivně plánovat nutné opravy.

Zabýval jsem se především hydraulickým agregátem, který zásadně ovlivňuje chod zakružovacího stroje. Zajišťuje ovládání naklápěcího i sklopného ložiska prostřednictvím mohutných hydraulických válců. Náplň nádrže agregátu je 4000 litrů hydraulického oleje. Z toho vyplývá, že jeho výměna (při ceně cca 40 Kč za litr) je značně nákladná záležitost. Navrhl jsem tedy sledovat jeho základní vlastnosti těmito metodami:

- Znečištění oleje pevnými částicemi dle NAS 1638.
- Měření množství a velikosti nečistot dle ISO 4406 - 87.
- Kinematická viskozita při 40 °C a 100 °C.
- Bod vzplanutí.
- Obsah vody.
- Číslo alkality a kyselosti.

Ekonomické přínosy vyplývají z toho, že s pomocí diagnostiky můžeme sledovat stav samotného oleje. Zajistíme tak jeho včasnou výměnu, která by měla být provedena nejlépe na konci jeho životnosti. Dále můžeme diagnostikovat z hydraulického oleje opotřebení čerpadel, ventilů atd., jejichž následná výměna po poruše je také značně finančně náročná.

Obsluha stroje může pomocí plánu údržby zajistit autonomní údržbu. To znamená provádění základní údržby a sledování stavu stroje za jeho provozu.

Cílem zavedení údržby je tedy:

- Maximalizace provozní spolehlivosti.
- Podání objektivního obrazu o skutečném stavu strojů a zařízení.
- Snaha o změnu postojů obsluhy stroje vzhledem k údržbě.

Zpracoval jsem návrh plánu údržby, který zahrnuje jak doporučení z technické diagnostiky a údržby, tak i konkrétní návrh plánu údržby zakružovacího stroje Schiess – Froriep.

Součástí práce je kapitola věnovaná teorii skružování. Uvádím zde také přehled zakružovacích strojů vyráběných v současnosti.

Velkou pozornost věnuji ve třetí kapitole návrhu opatření z hlediska technické diagnostiky a údržby. Jelikož v současné době je stav stroje z tohoto hlediska zanedbáván a není mu ve firmě věnována pozornost, jsem si vědom, že zavedením technické diagnostiky se zvýší náklady. Ale tyto náklady omezí poruchy stroje, případně jeho nutné odstávky při poruše. Náhlé poruchy totiž způsobují nemožnost stroje vykonávat svou funkci, tudíž přináší ztráty ekonomické. Způsobují i nepřímé ztráty z hlediska zpoždění termínů dodávky a ztráty důvěry zákazníka. Kladu důraz na stav hydraulické kapaliny. Její výměna je značně finančně náročná.

Ve čtvrté kapitole vyhodnocuji současný stav stroje. Zabývám se jeho zařazením do provozu ve firmě Vítkovice Power engineering, a. s. a k výrobě čeho se používá. Rozebírám zde rozsah inovací, které byly provedeny a jakým způsobem jsou hlášeny poruchy na stroji.

V poslední kapitole jsem zpracoval doporučení zavedení technické diagnostiky. Zejména tedy zavedení tribodiagnostiky. Z důvodu množství hydraulické kapaliny (4000 l), jsem navrhl její čtvrtletní pravidelné rozbory, pomocí kterých můžeme hodnotit jak degradaci kapaliny, tak i množství nečistot v oleji. Zpracoval jsem návrh plánu údržby stroje. Dále pak tabulku možných příčin poruch hydraulických zařízení. Tyto návrhy by měly vést k zlepšení zejména autonomní údržby stroje.

Dospěl jsem k seznamu opatření z tribodiagnostiky, která by měla firma zavést. Při použití správných diagnostických systémů a systémů údržby dochází k úsporám na opravách, odstávkách stroje a omezení nečekaných havárií stroje.

7 Seznam použité literatury

- [1] HELEBRANT, František . Technická diagnostika a spolehlivost : IV. Provoz a údržba strojů. 1.vydání. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007. 127 s. ISBN 80-248-1250.
- [2] LENFELD, Petr. Technologie plošného tváření - ohýbání: zakružování. [online]. [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/07.htm
- [3] Formetal, s.r.o.: přehled zakružovaček plechu. [online]. [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: http://www.formetal.cz/popis/zakruzovacka_plechu.html
- [4] KUČA, P. Zpracování návodu k obsluze a údržbě : bakalářská práce. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2010, 52 s. Vedoucí práce: doc. Ing. František Helebrant, CSc.
- [5] Firemní materiály Vítkovice Power engineering, a.s.
- [6] DREXLER, P, et al. Příručka hydrauliky Svazek 3 : Projektování a konstrukce hydraulických zařízení. 1. vydání. Lohr am Main : Mannesmann Rexroth GmbH, 1998. 362 s. ISBN 3-8023-02664
- [7] HELEBRANT, František, Jiří ZIEGLER a Daniela MARASOVÁ. Technická diagnostika a spolehlivost I: Tribodiagnostika. Ostrava: Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 2000. 156 s ISBN 80-7078-883-6.
- [8] Recoma: Kód čistoty oleje. [online]. [cit. 2012-05-02]. [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://www.recoma.cz/kody-cistoty-oleje>

- [9] Paramo: Product catalogue. [online]. [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: <http://paramo.cz/miranda2/export/sites/www.paramo.cz/cs/sys/galerie-download/products-catalogue-Paramo.pdf>
- [10] Slovnaft: Plastická maziva. [online]. [cit. 2012-05-04]. Dostupné z: http://www.slovnaft.sk/sk/obchodni_partneri/vyroby/maziva_a_autochemikalie/plasticke_maziva/komplexne_plasticke_maziva/mol_neoma_nh_2_komplexne_vapenat_plasticke_mazivo

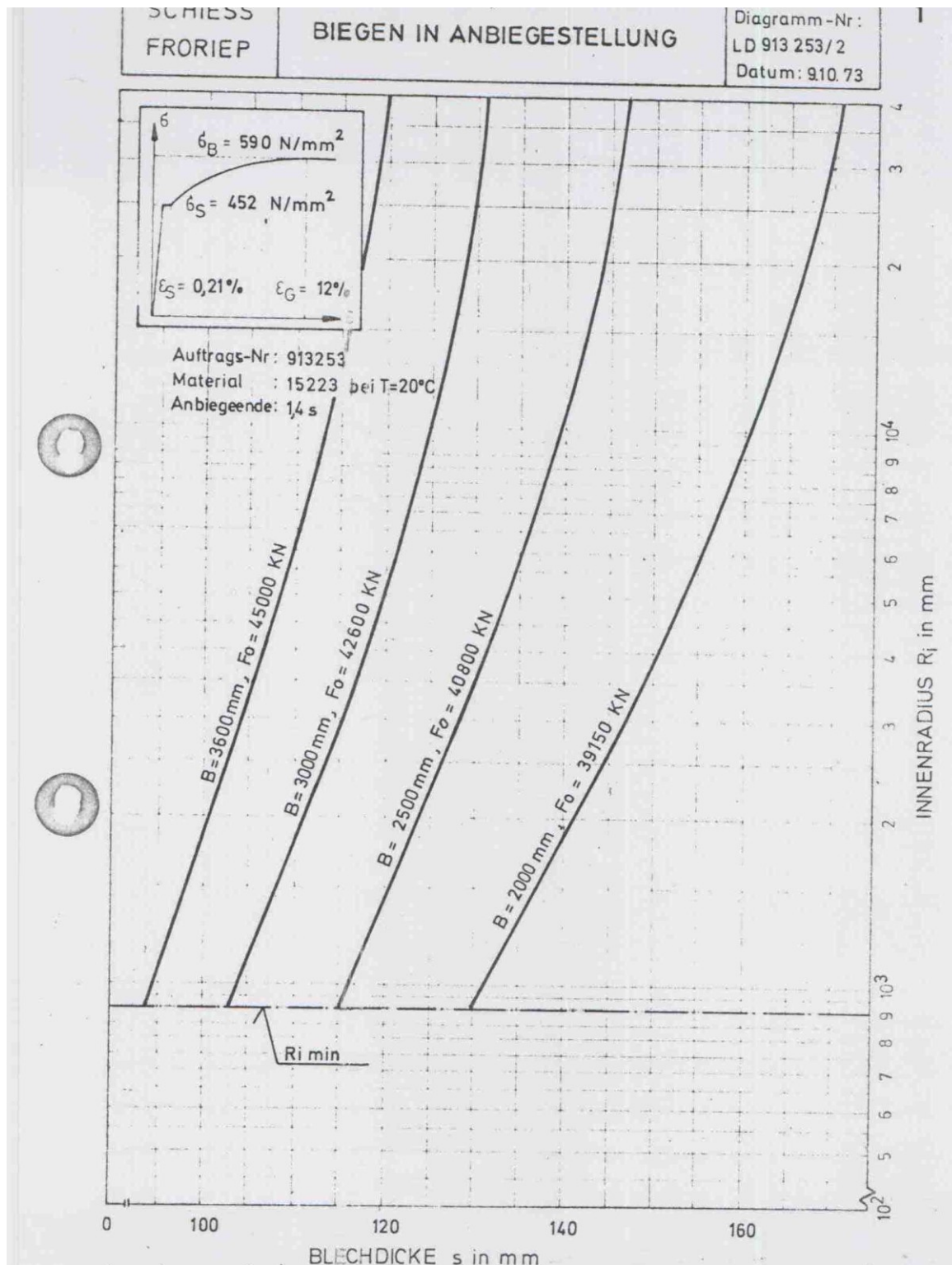
8 Seznam příloh

- 1.1 Příloha č.1 Diagramy ohýbání [5]
- 1.2 Příloha č. 2 Schéma přehledu mazaných míst
- 1.3 Příloha č. 3 Blokové schema elektroovládání

8.1 Příloha č.1. Ohýbání v poloze pro nahnutí.

Materiál 15 223, při teplotě 20 °C.

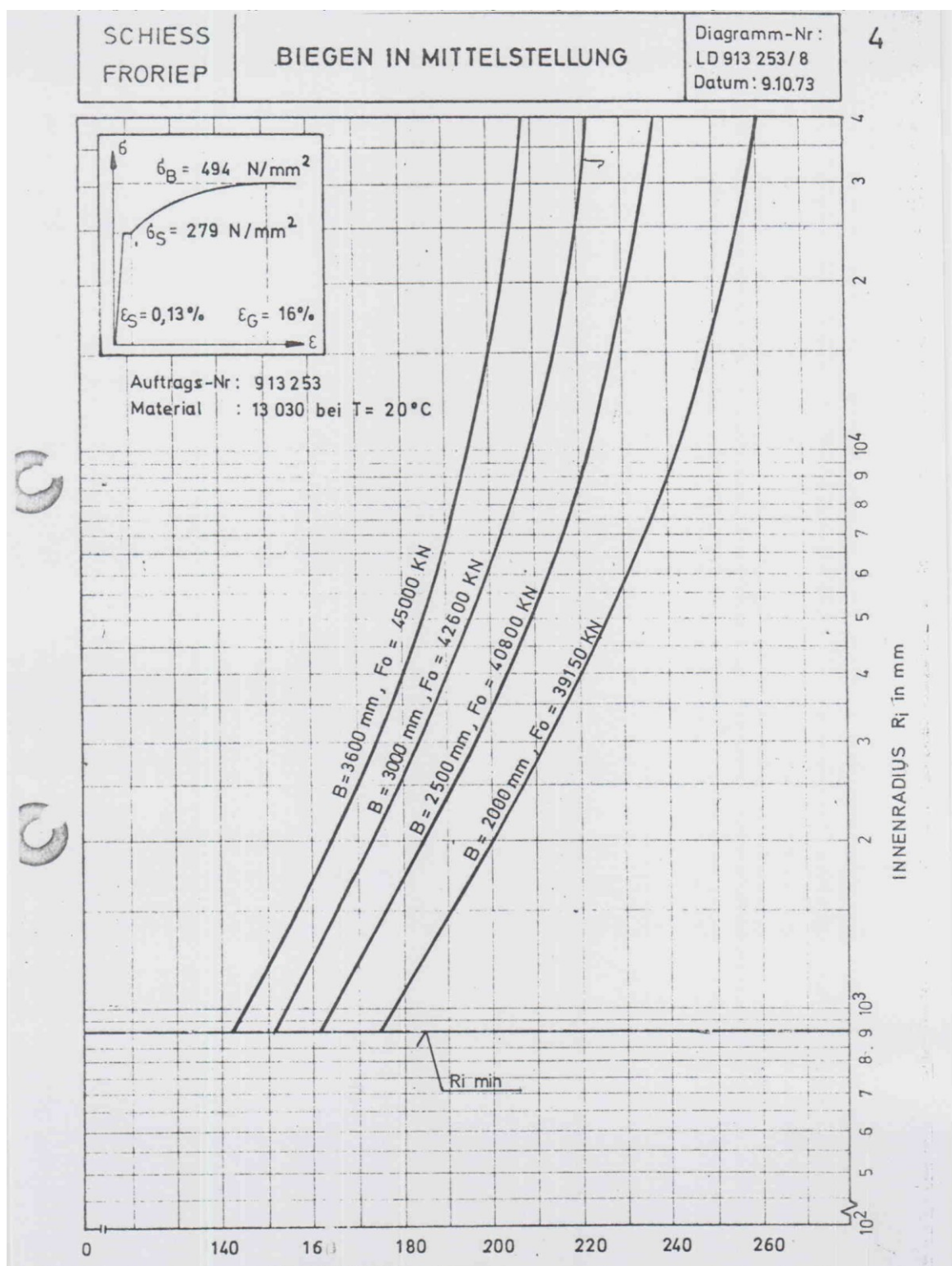
Osa x: tloušťka plechu s v milimetrech.

Osa y: Vnitřní poloměr R_i v milimetrech.

Ohýbání ve střední poloze. Materiál 13 030, při teplotě 20 °C.

Osa x: tloušťka plechu s v milimetrech.

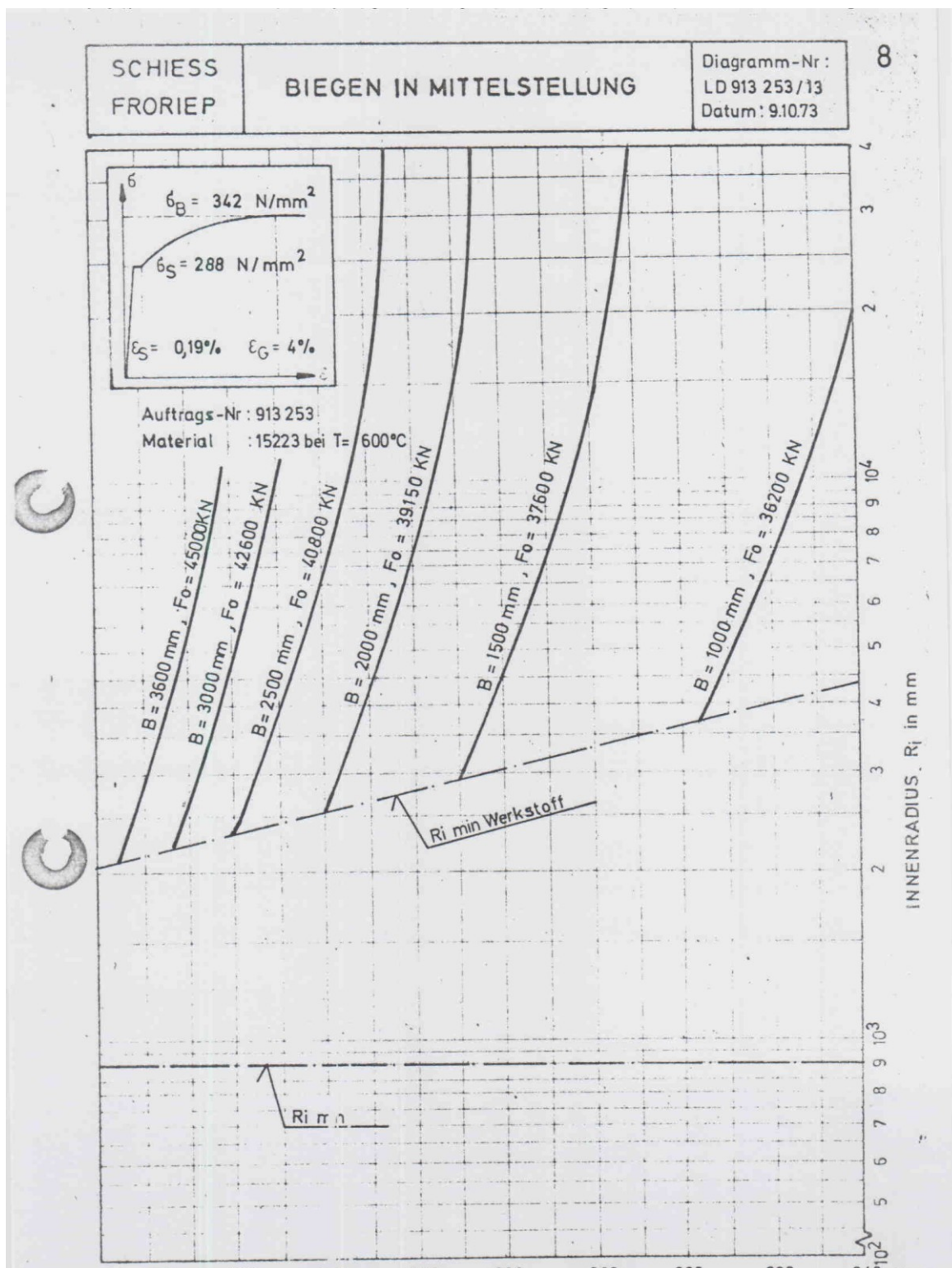
Osa y: Vnitřní poloměr R_i v milimetrech.



Ohýbání ve střední poloze. Materiál 15 223, při teplotě 600 °C.

Osa x: tloušťka plechu s v milimetrech.

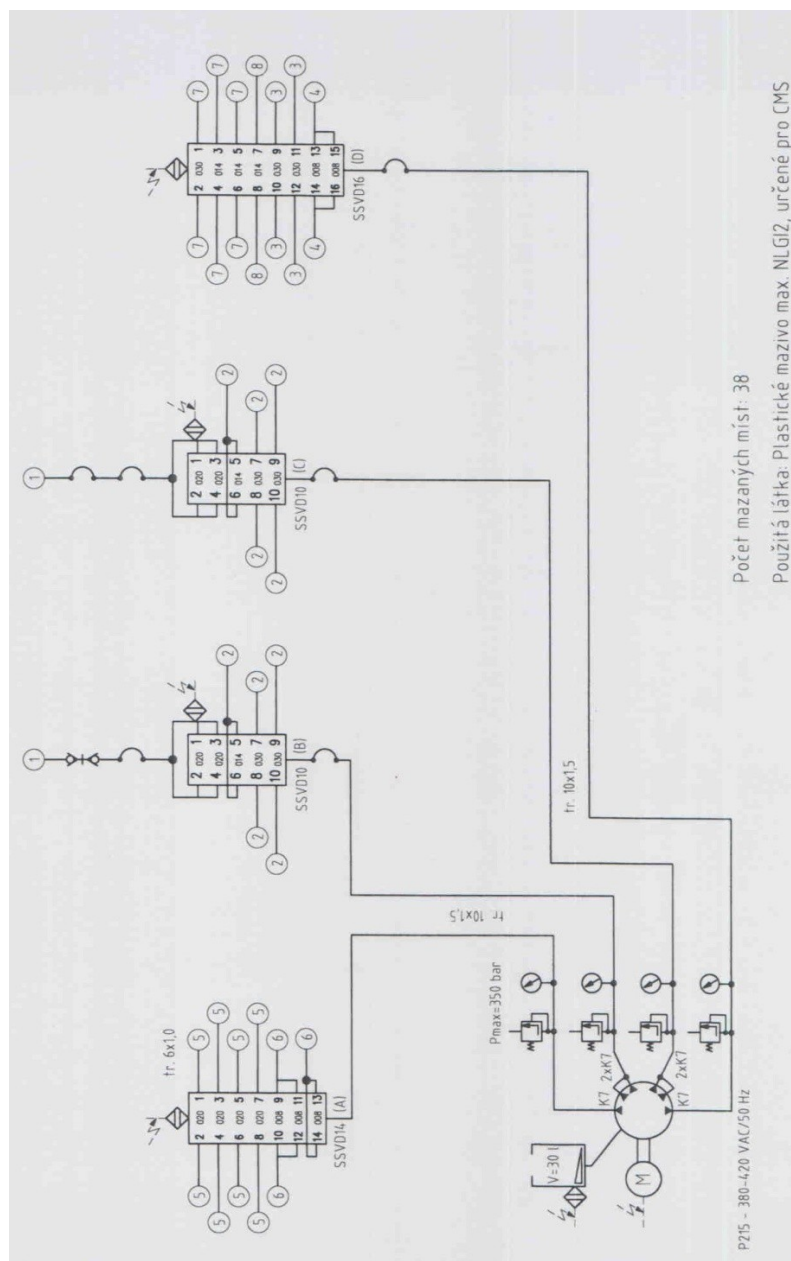
Osa y: Vnitřní poloměr R_i v milimetrech.



8.2 Příloha č. 2 Schéma přehledu mazaných míst

Vysvětlivky k mazaným místům

- 1 - Uložení hlavního válce.
- 2 - Uložení pomocných válců.
- 3 - Vedení hlavního válce.
- 4 - Vyklápěcí čepy.
- 5 - Vedení zdvihu hlavního válce.
- 6 - Zámek polohy hlavního válce.
- 7 - Čepy vyklápění.
- 8 - Zajišťovací čepy.



8.3 Příloha č. 3 Blokové schéma elektroovládání

